



(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> :

H01M 8/24, 8/04

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/02951

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

1. Februar 1996 (01.02.96)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/01923

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Mai 1995 (20.05.95)

(30) Prioritätsdaten:

P 44 25 186.6

16. Juli 1994 (16.07.94)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):  
MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION  
FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE/DE]; Olgastrasse  
75, D-88045 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUPPMANN, Gerhard  
[DE/DE]; Am Mühlbach 4, D-83620 Feldkirchen-  
Westerham (DE). KRAUS, Peter [DE/DE]; Mozartring 20,  
D-85598 Baldham (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: MTU MOTOREN- UND  
TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH;  
Patentabteilung ZJXP, D-88040 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT,  
BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, SE).

Veröffentlicht

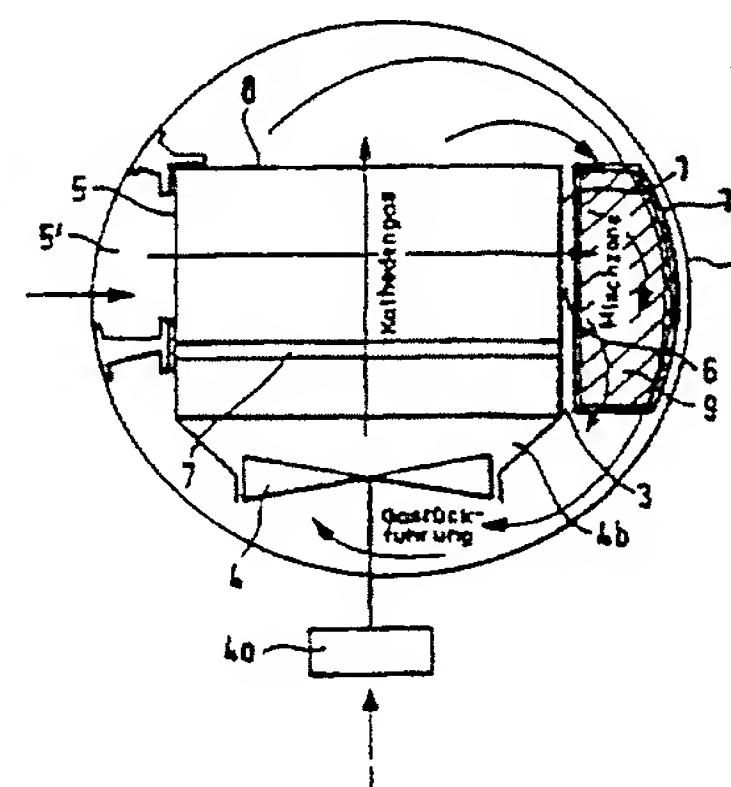
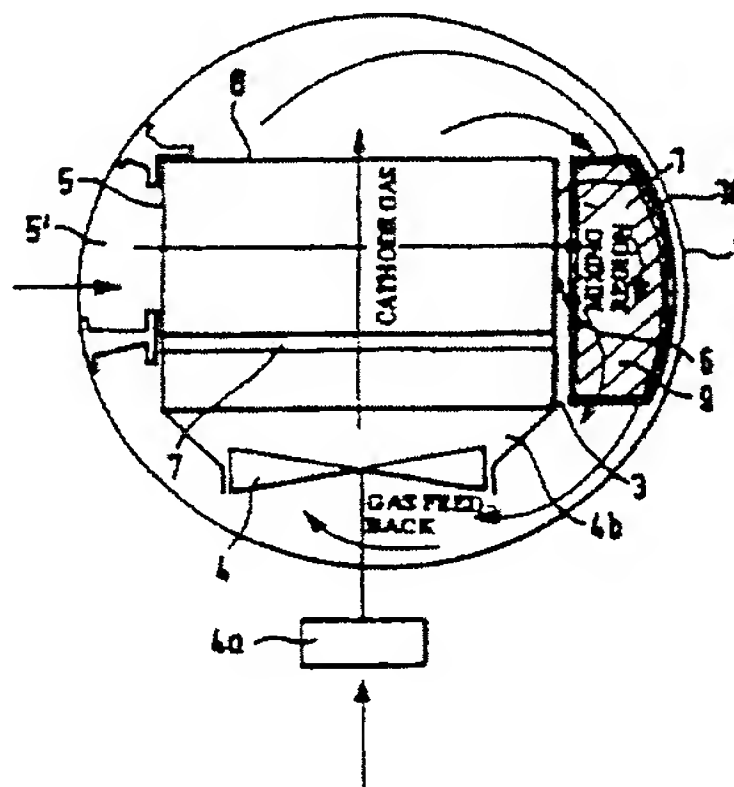
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR OPERATING A FUEL CELL ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINER BRENNSTOFFZELLENANORDNUNG

(57) Abstract

The description relates to a process and device for operating a fuel cell arrangement formed by fuel cells arranged in a stack (10) and surrounded by a protective housing (2) having an anode inlet (5) for feeding fuel gas to the fuel cell anodes, an anode outlet (6) for removing the burnt fuel gas from the anodes, a cathode inlet (7) for feeding cathode gas to the fuel cell cathodes and a cathode outlet (8) for removing the used cathode gas from the cathodes, in which the fuel gas is taken to the anode inlet via a combustion gas inlet device (5') sealed against the interior of the protective housing (2). According to the invention, the used cathode gas is directed from the cathode outlet (8) into the inside of the protective housing (2) and caused to circulate for feeding back into the cathode inlet (7) in the inside of the protective housing. The burnt fuel gas from the anode outlet (6) is also fed into the inside of the protective housing (2) and mixed with the circulating cathode gas flow therein, with part of the gas mixture circulating inside the protective housing (2) replaced by fresh gas fed in from outside.



### (57) Zusammenfassung

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer durch in einem Brennstoffzellenstapel (1) angeordneten Brennstoffzellen gebildeten und von einem Schutzgehäuse (2) umgebenen Brennstoffzellenanordnung (1) beschrieben, die einen Anodeneingang (5) zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einen Anodenausgang (6) zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einen Kathodeneingang (7) zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einen Kathodenausgang (8) zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden aufweist, wobei das Brenngas dem Anodeneingang über eine gegen den Innenraum des Schutzgehäuses (2) abdichtende Brenngaseinlaßeinrichtung (5') zugeführt wird. Gemäß der Erfindung wird das verbrauchte Kathodengas vom Kathodenausgang (8) in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und zur Rückführung zum Kathodeneingang (7) im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt, wobei das verbrannte Brenngas vom Anodenausgang (6) ebenfalls in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und dem dort zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt wird, wobei ein Teil des im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Gasgemisches durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

## BESCHREIBUNG

### Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Brennstoffzellenanordnung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennstoffzellenanordnung, insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer durch in einem Stapel angeordnete Brennstoffzellen gebildeten und von einem Schutzgehäuse umgebenen Brennstoffzellenanordnung mit einem Anodeneingang zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einem Anodenausgang zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einem Kathodeneingang zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einem Kathodenausgang zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden, wobei das Brenngas dem Anodeneingang über eine gegen den Innenraum des Schutzgehäuses abdichtende Brenngaseinlaßeinrichtung zugeführt wird.

Bei Brennstoffzellenanordnungen sind eine Anzahl von allgemein plattenförmigen Brennstoffzellen mit jeweils in einer ersten Richtung verlaufenden Kanälen für das Brenngas und jeweils in einer zweiten Richtung, senkrecht zur ersten Richtung, angeordneten Kanälen für das Kathodengas in Form eines Stapels derart angeordnet, daß an einer ersten Seite des Brennstoffzellenstapels ein Anodeneingang zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden des Brennstoffzellenstapels, an der der ersten Seite gegenüberliegenden Seite ein Anodenausgang zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, an einer zweiten Seite des Brennstoffzellenstapels ein Kathodeneingang zur Zuführung des Kathodengases zu den Kathoden des Brennstoffzellenstapels und an der der zweiten Seite gegenüberliegenden Seite ein Kathodenausgang zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden gebildet wird. Bei Hochtemperaturbrennstoffzellen, wie bei Brennstoffzellen mit Alkalikarbonat-Schmelzelektrolyten (MCFC-Zellen) besteht eine Schwierigkeit in der gasdichten und zugleich elektrisch isolierenden Ausbildung von den hohen Betriebstemperaturen sowie den starken Temperaturschwankungen bei der Inbetriebnahme und Außerbetriebsetzung der Brennstoffzellenanordnung standhaltenden Zuführungen und Abführungen für das Brenngas und das Kathodengas (Manifolds) des Brennstoffzellenstapels. Undichte Gaszu- und -abführungen können zu Leckagen führen, womit z. B. die Gefahr von Deflagrationen verbunden ist.

Bei Brennstoffzellenanordnungen bekannter Art sind Gasverteiler als Gaseinlaßeinrichtungen und Gasauslaßeinrichtungen für das Brenngas und das Kathodengas zu den und von den Eingängen und Ausgängen der Anoden bzw. Kathoden



entweder im Zellenstapel integriert (internal manifold) oder von außen an dem Zellenstapel angebracht (external manifold). Bei Brennstoffzellenanordnungen mit externen Gasverteilern sind diese herkömmlicherweise als haubenförmige Gaseinlaß- und Gasauslaßeinrichtungen an den vier Seiten des Brennstoffzellenstapels angeordnet. Die dadurch gebildete Anordnung ist außen mit einer Wärmeisolierung versehen und insgesamt in ein Schutzgehäuse eingebaut. Die Anschlüsse der Gasverteiler sind als Rohrleitungen mit zwischengeschalteten Ausgleichsbalgen durch die Wand des Schutzgehäuses geführt und an externe Einheiten und Aggregate angeschlossen. Hiermit sind eine Anzahl von Nachteilen verbunden. Dies sind: eine komplizierte Gasführung zwischen Brennstoffzellenanordnung und den externen Aggregaten und Einheiten, viele Schnittstellen und Rohrverbindungen, hohe Strömungswiderstände in den Rohrverbindungen und ein hoher Aufwand zur Abdichtung und elektrischen Isolierung zwischen dem Zellenstapel und den vier Gashauben unter den Bedingungen hoher Temperaturen und Temperaturänderungen, entsprechender thermischer Verformungen und hoher elektrischer Gleichspannung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennstoffzellenanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Abdichtung der Eingänge und Ausgänge der Anoden und Kathoden des Brennstoffzellenstapels weitgehend vermieden werden.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch in den Hauptansprüchen angegebene Verfahren und Vorrichtung gelöst.

Ein wesentlicher Vorteil bei der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß der Kathodengasstrom im Innenraum des thermisch isolierten Schutzgehäuses frei zirkuliert und der Anodenabgasstrom frei in diesen ausströmt, wodurch drei der vier gegen den Brennstoffzellenstapel abzudichtenden Gasverteiler entfallen können; lediglich der Gasverteiler auf der Anodeneingangsseite bleibt bestehen. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch das freie Ausströmen des Anodenabgasstroms in den in dem Schutzgehäuse zirkulierenden Kathodengasstrom jedwede schädliche Druckunterschiede zwischen dem Brenngas und dem Kathodengas vermieden werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren.

In den Figuren zeigen:

Fig. 1a in der Draufsicht einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer Brennstoffzellenanordnung mit vertikaler Anordnung der Brennstoffzellenstapel, bei der Vorrichtung und Verfahren nach der vorliegenden Erfindung verwirklicht werden;

Fig. 1b eine Frontansicht der in Fig. 1a gezeigten Brennstoffzellenanordnung;

Fig. 2a eine Brennstoffzellenanordnung entsprechend Fig. 1 in horizontaler Anordnung;

Fig. 2b eine Frontansicht der Anordnung gemäß Fig. 2a und

Fig. 3 eine Draufsicht im Schnitt durch eine Brennstoffzellenanordnung herkömmlicher Art.

Zunächst soll anhand von Fig. 3 eine herkömmliche Anordnung von in einem Stapel angeordneten Brennstoffzellen mit jeweiligen an den Eingängen und Ausgängen der Anoden und Kathoden der Brennstoffzellen angeordneten Gaseinlaß- und -auslaßverteilern beschrieben werden.

In Fig. 3 ist eine durch einen Stapel von Brennstoffzellen gebildete Brennstoffzellenanordnung 1 von einem Schutzgehäuse 2 umgeben. Die Brennstoffzellenanordnung 1 verfügt über einen Anodeneingang 5 zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden des Brennstoffzellenstapels auf der linken Seite der Brennstoffzellenanordnung 1, einen Anodenausgang 6 zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden auf der rechten Seite des Brennstoffzellenstapels, einen Kathodeneingang 7 zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden des Brennstoffzellenstapels auf der vorderen Seite desselben, sowie einen Kathodenausgang 8 zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden auf der Rückseite des Brennstoffzellenstapels. Zur Zuführung und Abführung des Brenngases und des Kathodengases zu und von den jeweiligen Eingängen und Ausgängen der Anoden und Kathoden sind über dem Anodeneingang 5 eine Brenngaseinlaßhaube 5', über dem Anodenausgang 6 eine Brenngasauslaßhaube 6', über dem Kathodeneingang 7 eine Kathodengaseinlaßhaube 7' und über dem Kathodenausgang 8 eine Kathodengasauslaßhaube 8' angeordnet, die jeweils gegen den Brennstoffzellenstapel abgedichtet sind. Die Zuführungen und Abführungen zu diesen Gaseinlaß- und Gasauslaßhauben sind in einer in Fig. 3 nicht näher dargestellten Weise über

Ausgleichsbalgen zur Kompensation der Längenausdehnungen aufgrund der Temperaturunterschiede durch das Schutzgehäuse 2 nach außen geführt.

Über die Zuführung zu der Brenngaseinlaßhaube 5' wird von einer in der Fig. 3 nicht gezeigten Gasversorgungseinheit das Brenngas dem Anodeneingang 5 zugeführt. Das Kathodengas wird dem Kathodeneingang von einem Heißgasgebläse 10 zugeführt. Von dem dem Kathodeneingang 7 gegenüberliegenden Kathodenausgang 8 wird das verbrauchte Kathodengas abgeführt und diesem in einem Anodengaszumischer 9 das von dem dem Anodeneingang 5 gegenüberliegenden Anodenausgang 6 abgeführte verbrannte Brenngas als Anodenabgas beigemischt. Der Strom des Kathodenabgases mit dem beigemischten Anodenabgas wird zunächst durch einen katalytischen Brenner 3a und dann einen Wärmetauscher 3b zur Auskoppelung der Nutzwärme geführt. Der Ausgang des Wärmetauschers 3b ist mit dem Eingang des Heißgasgebläses 10 verbunden, so daß der Kreislauf für den Kathodengasstrom geschlossen wird. Nach dem Wärmetauscher 3b wird dem Kathodengasstrom über eine Abgasklappe das überschüssige Kathodenabgas entnommen und durch über ein Frischluftgebläse 11 zugeführte Frischluft ersetzt.

Die Gaseinlaß- und Gasauslaßhauben 5', 6', 7' und 8' sind jeweils gegen den Innenraum des Schutzgehäuses 2 abgedichtet. Jede dieser Abdichtungen muß in der Lage sein, einerseits die anstehenden hohen Temperaturen und Temperaturänderungen auszuhalten bei gleichzeitiger elektrischer Isolierung gegen die an den Brennstoffzellen anliegenden hohen Gleichspannungen.

Bei der in Fig. 1a dargestellten erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung ist der Brennstoffzellenstapel 1 wiederum von einem Schutzgehäuse 2 umgeben. An dem Anodeneingang 5 ist eine Brenngaseinlaßeinrichtung 5' ähnlich der Gaseinlaßeinrichtung 5' bei der in Fig. 2 gezeigten herkömmlichen Brennstoffzellenanordnung vorgesehen. Über diese Brenngaseinlaßeinrichtung 5' wird das durch das Schutzgehäuse 5 zugeführte Brenngas dem Anodeneingang der Brennstoffzellen zugeführt. Anders als bei der herkömmlichen Anordnung öffnen sich jedoch sowohl der Anodenausgang 6 des Brennstoffzellenstapels zur Abgabe des verbrannten Brenngases als auch der Kathodenausgang 8 des Brennstoffzellenstapels zur Abgabe des verbrauchten Kathodengases in das Innere des Schutzgehäuses 2. Im Inneren des Schutzgehäuses 2 ist auch eine Gebläseeinrichtung 4 vorgesehen, durch die das Kathodengas zur Rückführung zum Kathodeneingang 7 des Brennstoffzellenstapels im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt wird. Da sich der Anodenausgang 6 in das Innere des Schutzgehäuses 2 öffnet, wird das verbrannte Brenngas dem im Inneren des Schutzgehäuses 2 zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt. Ein Teil des im Inneren des



Schutzgehäuses 2 zirkulierenden Gasgemischs wird durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt, das in einer später noch genauer zu beschreibenden Weise im Bereich des Kathodeneingangs 7 zugeführt wird.

Erfindungsgemäß wird somit das verbrauchte Kathodengas vom Kathodenausgang 8 in das Innere des Schutzgehäuses 2 abgegeben und zur Rückführung zum Kathodeneingang 7 im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt, wobei das verbrannte Brenngas vom Anodenausgang 6 ebenfalls in das Innere des Schutzgehäuses abgegeben und dem dort zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt wird, wobei ein Teil dieses im Inneren des Schutzgehäuses zirkulierenden Gasgemischs durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird. Bei Bedarf kann in der Mischzone 9 des Anodenabgases mit dem Kathodenabgas eine katalytische Verbrennungseinheit 10 vorgesehen werden.

Vor dem Kathodeneingang 7 ist ein Wärmetauscher 3 angeordnet, der dazu dient, die Nutzwärme aus dem zirkulierenden Kathodengasstrom auszukoppeln. Dieser Wärmetauscher 3 ist an seiner Ausgangsseite unter Abdichtung gegen den Innenraum des Schutzgehäuses 2 mit dem Kathodeneingang 7 des Brennstoffzellenstapels 1 gekoppelt. Die dem im Inneren des Wärmetauschers 2 zirkulierenden Gasgemisch ausgesetzte Oberfläche des Wärmetauschers 3 kann mit einer katalytischen Beschichtung versehen sein, durch die die brennbaren Restbestandteile des dem zirkulierenden Kathodengas beigemischten Anodengases katalytisch verbrannt werden.

Die Gebläseeinrichtung 4, die zum Beispiel durch übliche Axialgebläse mit Lufthutzen 4b gebildet sein kann, verfügt über einen außerhalb des Schutzgehäuses 2 angeordneten Antrieb 4a, der mit der Gebläseeinrichtung 4 (dem Gebläserotor) über eine durch das Schutzgehäuse 2 geführte Antriebswelle gekoppelt ist. Diese Antriebswelle ist so ausgebildet, daß das Frischgas über die Antriebswelle zugeführt und die Welle und deren Lagerung sowie auch die Gebläseeinrichtung 4 dadurch gekühlt wird. Bei entsprechender hochtemperaturfester Ausbildung kann sich der Antrieb auch innerhalb des Schutzgehäuses befinden. Das überschüssige Abgas wird durch eine in der Figur nicht eigens dargestellte Überdruckklappe aus dem Schutzgehäuse 2 entfernt.

Fig. 1b zeigt in der Frontansicht der in Fig. 1a gezeigten Brennstoffzellenanordnung, daß bei dem Ausführungsbeispiel die Gebläseeinrichtung 4 durch zwei übereinander angeordnete Axialgebläse gebildet ist, wobei die beiden Axialgebläse jeweils durch die genannten Lufthutzen 4b mit der Eingangsseite des Wärmetauschers 3 gekoppelt sind.

Der Wärmetauscher 3 ist typischerweise unter Zwischenschaltung von in der Figur nicht eigens dargestellten Isolierbuchsen direkt an den oberen und unteren Endplatten des Brennstoffzellenstapels 1 angebracht. Die Abdichtung des umlaufenden Spaltes zwischen Wärmetauscher und Brennstoffzellenstapel kann zum Beispiel durch eine lose anliegende Weichdichtung, vorzugsweise eine Bürste aus Glas- oder Keramikfasern erfolgen. An die Dichtigkeit dieser Anordnung sind keine hohen Anforderungen gestellt.

Durch die vorliegende Erfindung wird eine Brennstoffzellenanordnung geschaffen, bei der drei der vier Gaseinlaß- und Gasauslaßhauben und die zugehörigen elektrisch isolierenden Dichtungen entfallen können. Aufgrund der großen Umwälzquerschnitte und Vermeidung von Rohrleitungen ergeben sich niedrigste Strömungswiderstände, so daß die Verluste minimal sind. Durch die gute Durchmischung von verbranntem Anodengas und verbrauchtem Kathodengas sind Brenngasansammlungen unmöglich, die bei der herkömmlichen Anordnung aufgrund von Undichtigkeiten entstehen können. Da lediglich die Anodeneingangsseite mit einer Gaseinlaßhaube gekoppelt ist, sind auf drei Seiten des Brennstoffzellenstapels große Toleranzen zulässig, so daß mechanische Passungsprobleme und verformungsbedingte Verschiebungen zwischen den Gaseinlaß- und Gasauslaßhauben und dem Brennstoffzellenstapel wegfallen. Durch geringstmögliche Temperaturunterschiede in der Anordnung werden Wärmespannungen vermieden.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer durch in einem Stapel (1) angeordneten Brennstoffzellen gebildeten und von einem Schutzgehäuse (2) umgebenen Brennstoffzellenanordnung mit einem Anodeneingang (5) zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einem Anodenausgang (6) zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einem Kathodeneingang (7) zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einem Kathodenausgang (8) zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden, wobei das Brenngas dem Anodeneingang (5) über eine gegen den Innenraum des Schutzgehäuses (2) abdichtende Brenngaseinlaßeinrichtung (5') zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das verbrauchte Kathodengas vom Kathodenausgang (8) in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und zur Rückführung zum Kathodeneingang (7) im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt wird, daß das verbrannte Brenngas vom Anodenausgang (6) in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und dem im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt wird, und daß ein Teil des im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Gasgemischs durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Frischgas im Bereich des Kathodeneingangs (7) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kathodengas durch eine im Inneren des Schutzgehäuses (2) angeordnete Gebläseinrichtung (4) in Zirkulation versetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3 dadurch gekennzeichnet, daß das zirkulierende Kathodengas zur Auskopplung von Nutzwärme durch einen Wärmetauscher (3) geführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zirkulierende Kathodengas zur Verbrennung von brennbaren Restbestandteilen des beigemischten Anodengases durch eine katalytische Verbrennungseinrichtung geführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die katalytische Verbrennung im Wärmetauscher (3) erfolgt.

7. Vorrichtung zum Betreiben einer durch in einem Stapel (1) angeordneten Brennstoffzellen gebildeten und von einem Schutzgehäuse (2) umgebenen Brennstoffzellenanordnung mit einem Anodeneingang (5) zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einem Anodenausgang (6) zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einem Kathodeneingang (7) zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einem Kathodenausgang (8) zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden, sowie mit einer gegen den Innenraum des Schutzgehäuses (2) abdichtenden Brenngaseinlaßeinrichtung (5') zur Zuführung des Brenngases zu dem Anodeneingang (5), dadurch gekennzeichnet, daß sich der Kathodenausgang (8) des Brennstoffzellenstapels zur Abgabe des verbrauchten Kathodengases in das Innere des Schutzgehäuses (2) öffnet, daß im Inneren des Schutzgehäuses (2) eine Gebläseeinrichtung (4) vorgesehen ist, durch die das Kathodengas zur Rückführung zum Kathodeneingang (7) des Brennstoffzellenstapels im Inneren des Schutzgehäuses (2) in Zirkulation versetzt wird, daß sich der Anodenausgang (6) des Brennstoffzellenstapels zur Abgas des verbrannten Anodengases in das Innere des Schutzgehäuses (2) öffnet, so daß das verbrauchte Anodengas dem im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt, und daß Mittel vorgesehen sind, durch die ein Teil des im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Gasgemisches durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren des Schutzgehäuses (2) ein Wärmetauscher (3) zur Auskopplung von Nutzwärme aus dem zirkulierenden Kathodengasstrom vorgesehen ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (3) vor dem Kathodeneingang (7) des Brennstoffzellenstapels angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum zwischen der Ausgangsseite des Wärmetauschers (3) und dem Kathodeneingang gegen das Innere des Schutzgehäuses (2) abgedichtet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur katalytischen Verbrennung von brennbaren Restbestandteilen des dem zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischten Anodengases vorgesehen ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur katalytischen Verbrennung durch eine katalytische Beschichtung der dem zirkulierenden Gasgemisch ausgesetzten Oberfläche des Wärmetauschers (3) gebildet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Gebläseeinrichtung (4) einen außerhalb des Schutzgehäuses (2) angeordneten Antrieb (4a) aufweist, der mit der Gebläseeinrichtung (4) über eine durch das Schutzgehäuse (2) geführte Antriebswelle gekoppelt ist, welche so ausgebildet ist, daß das Frischgas über die Antriebswelle zu deren Kühlung zuführbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überdruckklappe zur Abgabe des überschüssigen Abgases aus dem Schutzgehäuse (2) vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (3) an oberen und unteren Endplatten des Brennstoffzellenstapels (1) befestigt ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Wärmetauscher (3) und Brennstoffzellenstapel (1) ein umlaufender Spalt vorgesehen ist, der durch eine laufende Dichtung abgedichtet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtung durch eine Bürste oder Glas- oder Keramikfasern gebildet ist.



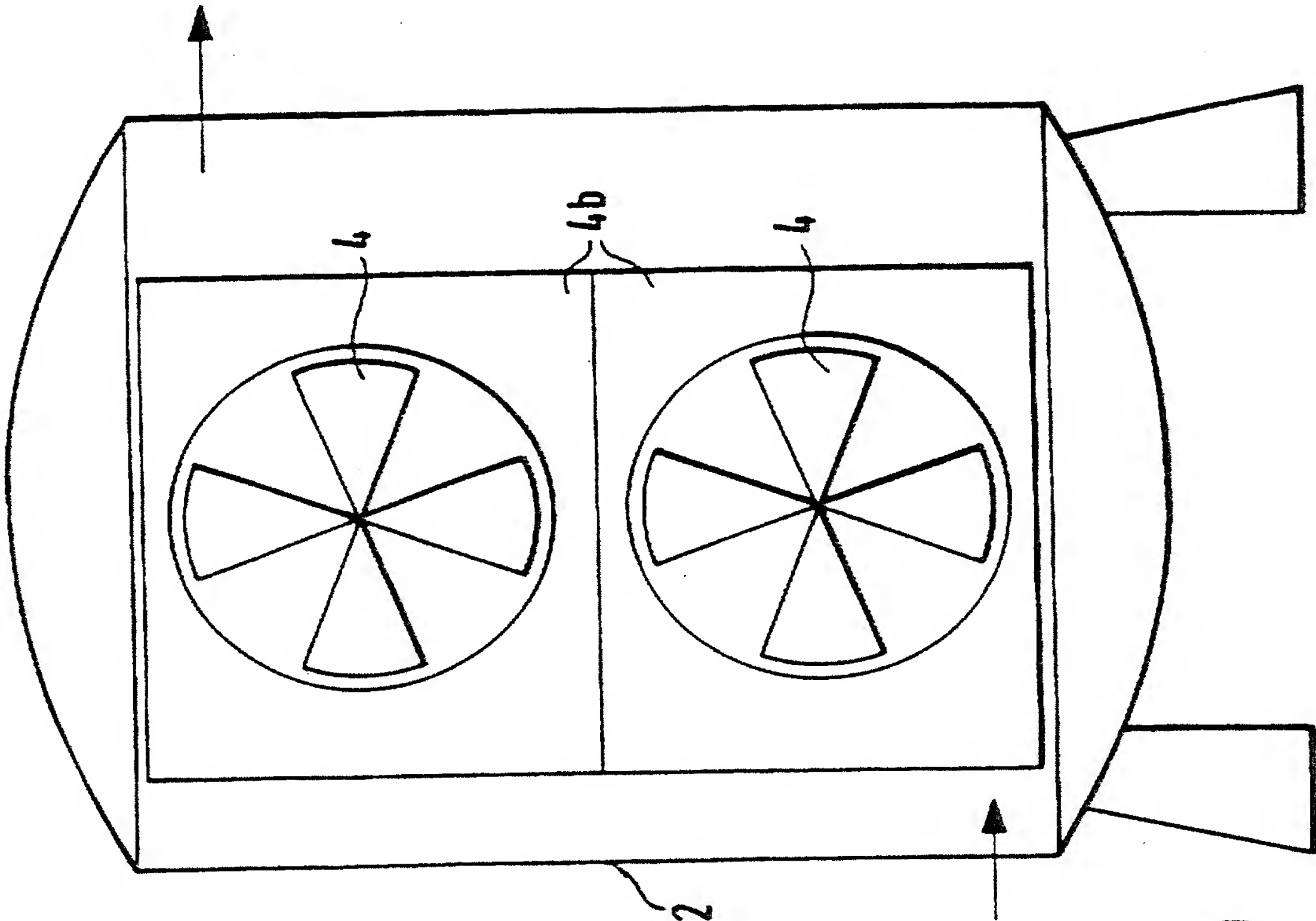


FIG. 1b

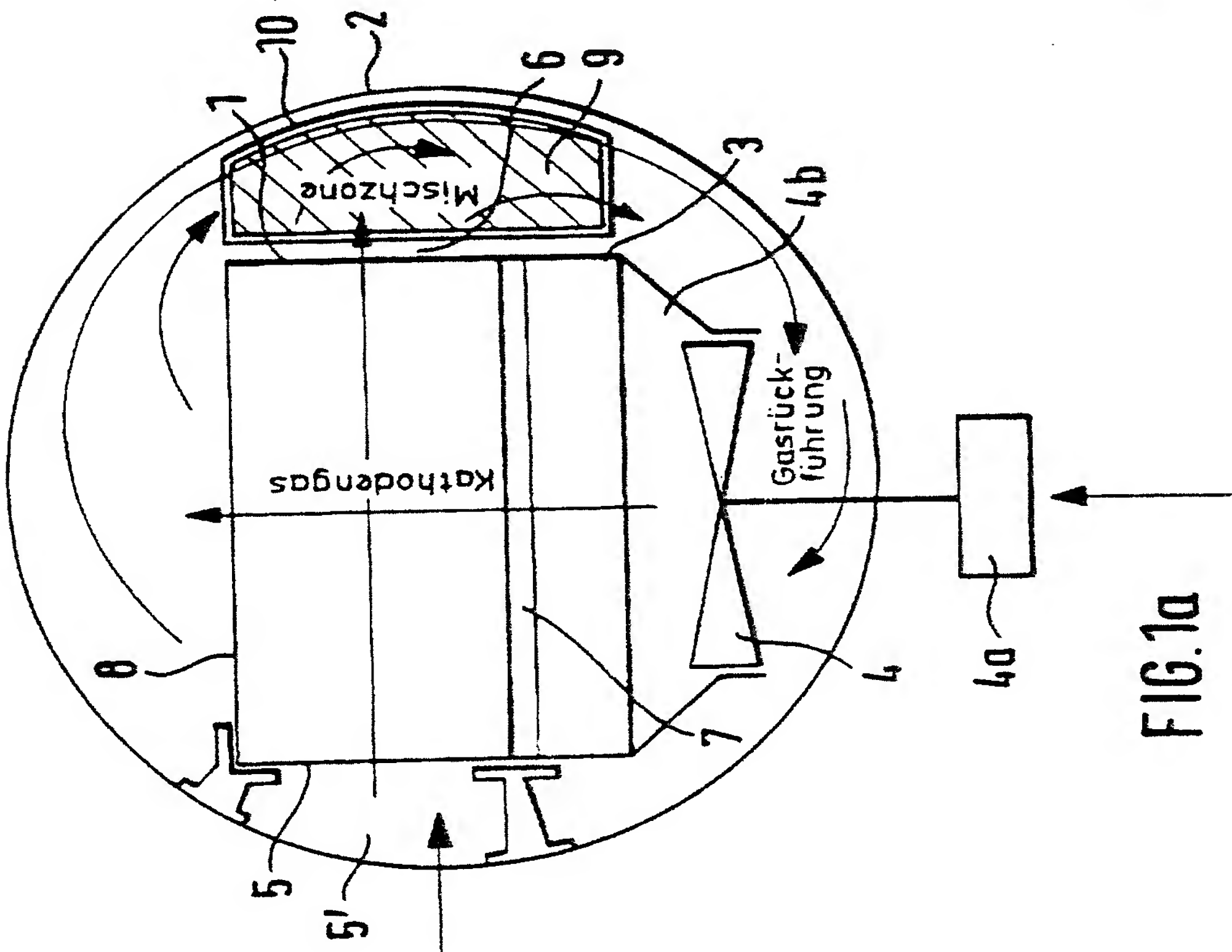


FIG. 1a

2/3

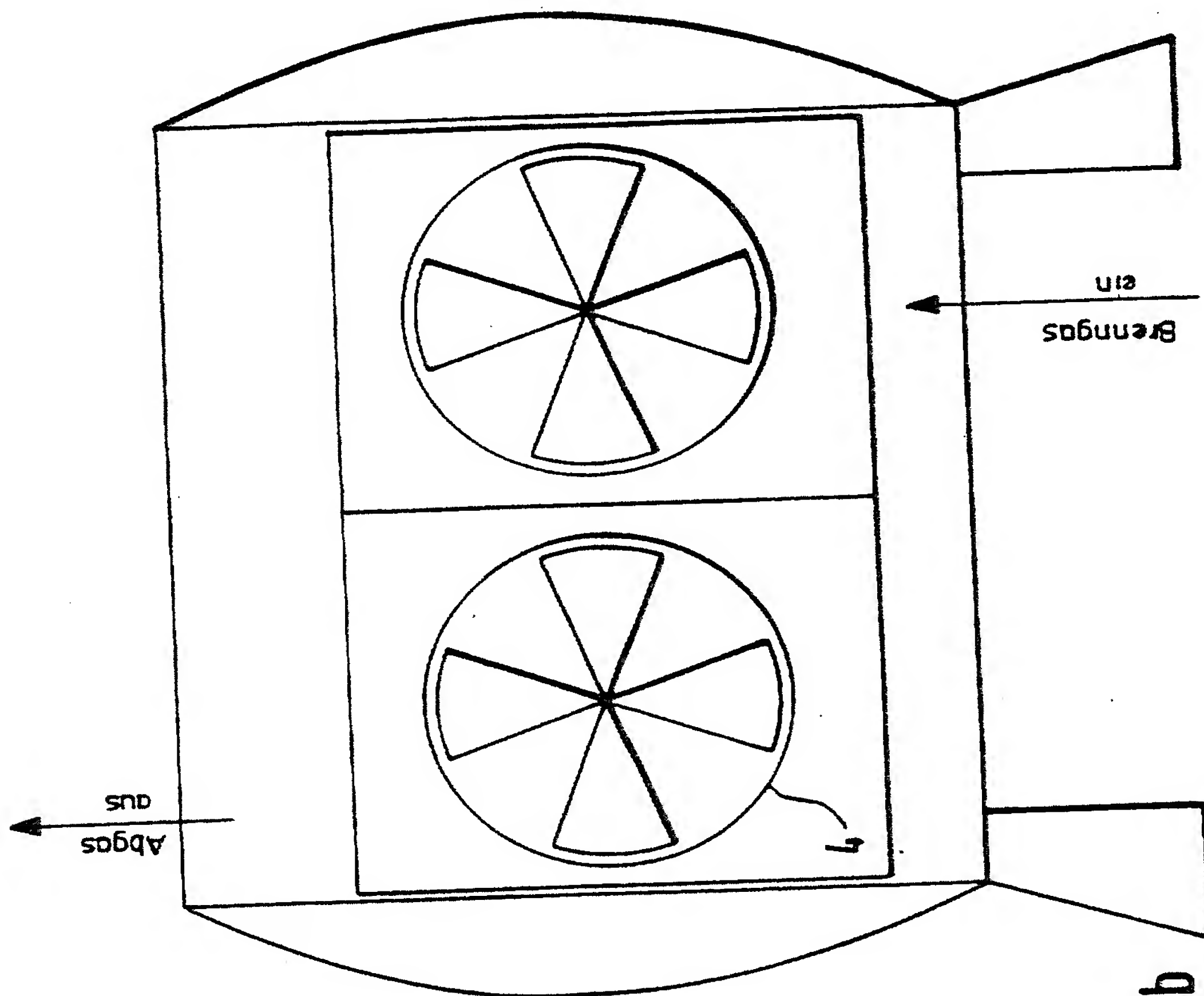


FIG. 2b

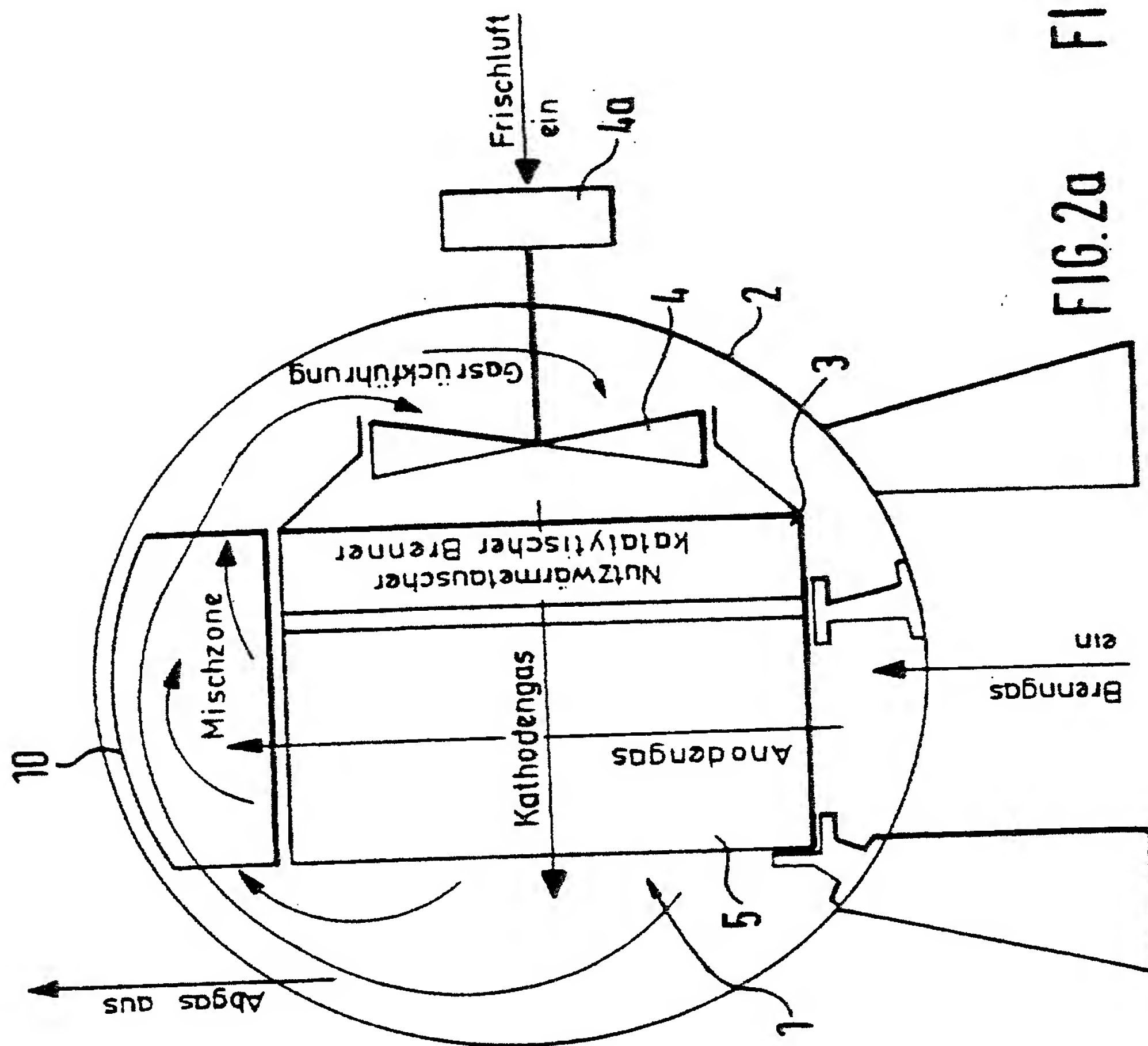


FIG. 2a

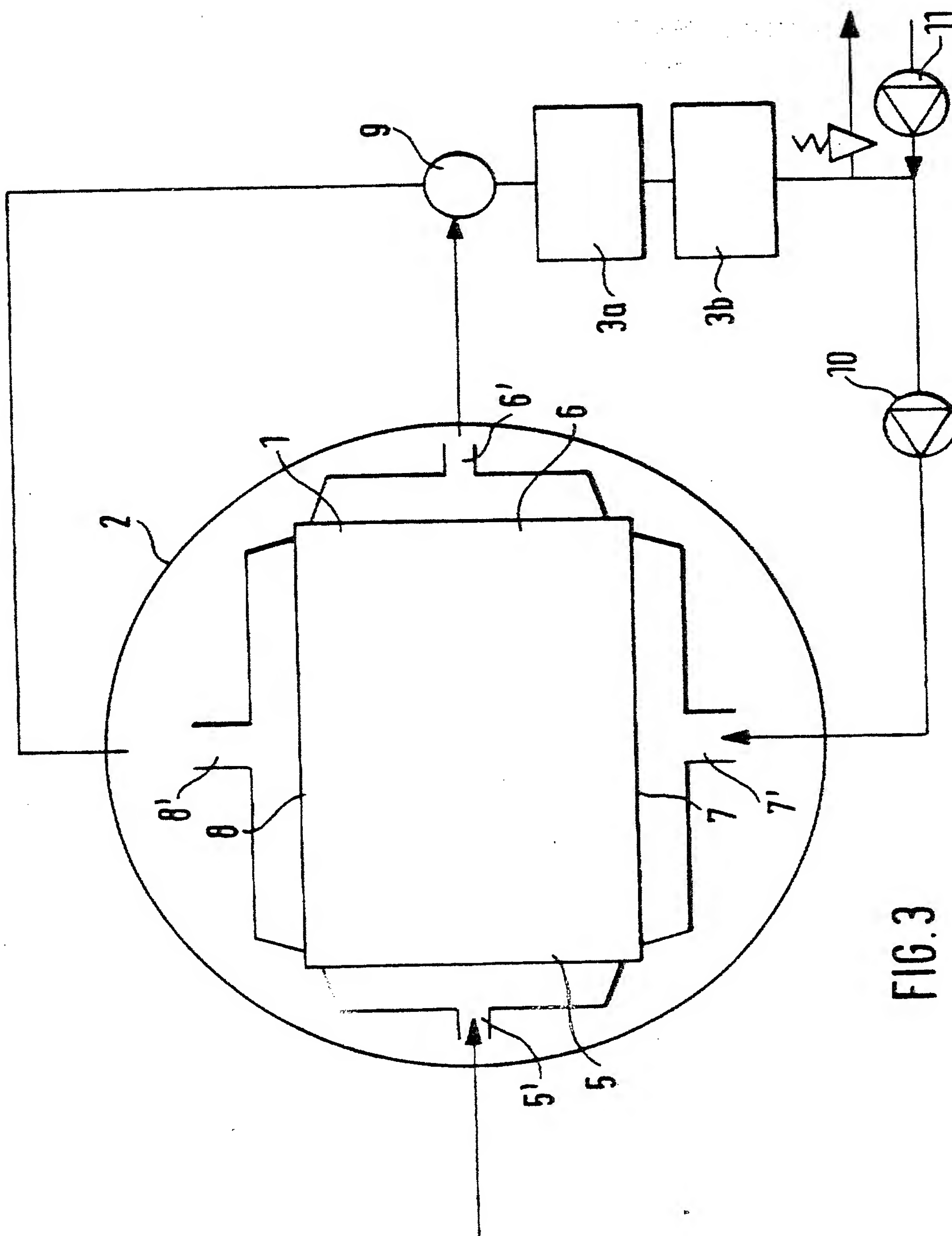


FIG. 3